

EDITOR:

Dr. Hj. Fatmawati, SKM., M.Kes
apt. Nidaul Hasanah, M. Clin. Pharm



METABOLISME NUTRISI DAN OBAT



Ajeng Kurniati Roddu | Aldina Ayunda Insani | Rita Maliza
Yeny Sulistyowati | Icha Artyas Annariswati | Syamsulina Revianti
Zuraida | Nuradi | Lili Indrawati | Hartanti | Dian Widya Damaiyanti
Juliyanty Akuba | Rima Parwati Sari | Aden Dhana Rizkita

METABOLISME NUTRISI DAN OBAT

Buku **Metabolisme Nutrisi dan Obat**, yang berada ditangan pembaca ini terdiri dari 14 Bab yang dijelaskan secara rinci dalam pembahasan setiap babnya.

- Bab 1 Struktur dan Fungsi Protein, Lipid, Karbohidrat
- Bab 2 Fungsi Normal dan Proses Pencernaan Karbohidrat, Lemak, dan Protein
- Bab 3 Proses Metabolisme : Karbohidrat, Lipid, Protein
- Bab 4 Proses Xenobiotik dan Metabolisme Redoks
- Bab 5 Fungsi dan Struktur Normal Kelenjar Pencernaan
- Bab 6 Sistem Energi dalam Metabolisme
- Bab 7 Proses Pembentukan Energi dan Pengaturan Metabolisme
- Bab 8 Peran Gizi dalam Proses Metabolisme
- Bab 9 Konsep Farmakodinamik
- Bab 10 Konsep Farmakokinetik
- Bab 11 Konsep Farmakogenetik
- Bab 12 Jalur-Jalur Metabolisme Obat
- Bab 13 Faktor yang Mempengaruhi Metabolisme Obat
- Bab 14 Teknik Eksperimen Metabolisme Obat

METABOLISME NUTRISI DAN OBAT

Dr. apt. Ajeng Kurniati Roddu, S.Si., M.Kes
Aldina Ayunda Insani, S.Keb., Bd., M.Keb
Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D
Dr. Yeny Sulistyowati, SKM, M.Si.Med
Icha Artyas Annariswati, drg., M.Si
Prof. Dr. Syamsulina Revianti, drg., M.Kes., PBO
Zuraida, AMAK. SKM., MKM
Nuradi, S.Si., M.Kes
Dr. dr. Lili Indrawati, M.Kes
Hartanti, S.Si, M.Si
Dian Widya Damaiyanti, drg., M.Kes
Juliyanty Akuba, M.Sc, apt
Prof. Dr. Rima Parwati Sari, drg., M.Kes., PBO
Aden Dhana Rizkita, S.Si., M.Si



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

METABOLISME NUTRISI DAN OBAT

Penulis : Dr. apt. Ajeng Kurniati Roddu, S.Si., M.Kes |
Aldina Ayunda Insani, S.Keb., Bd., M.Keb | Rita
Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D | Dr. Yeny
Sulistiyowati, SKM, M.Si.Med | Icha Artyas
Annariswati, drg., M.Si | Prof. Dr. Syamsulina
Revianti, drg., M.Kes., PBO | Zuraida, AMAK.
SKM., MKM | Nuradi, S.Si., M.Kes | Dr. dr. Lili
Indrawati, M.Kes | Hartanti, S.Si, M.Si | Dian
Widya Damaiyanti, drg., M.Kes | Juliyanty
Akuba, M.Sc, apt | Prof. Dr. Rima Parwati Sari,
drg., M.Kes., PBO | Aden Dhana Rizkita, S.Si.,
M.Si

Editor : Dr. Hj. Fatmawati, SKM., M.Kes
apt. Nidaul Hasanah, M. Clin. Pharm

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Meuthia Rahmi Ramadani

ISBN : 978-623-120-600-8

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, APRIL 2024**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2024

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh
isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun,
termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman
lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa kita panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami para penulis dapat berkolaborasi dalam menulis buku yang berjudul “Metabolisme Nutrisi dan Obat” dapat dipublikasikan serta sampai kepada para pembaca sekalian. Tidak lupa kami penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga untuk Keluarga, Editor dan Penerbit Eureka Media Aksara serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, motivasi dan arahan serta bantuan selama kami para penulis menyelesaikan buku ini agar buku ini dapat selesai tepat waktu.

Buku “Metabolisme Nutrisi dan Obat” secara umum berisi tentang protein, lipid, karbohidrat baik struktur, fungsi, proses katabolisme, pembentukan energi dan metabolisme, serta konsep farmakodinamik, farmakokinetik, farmakogenetik, dan metabolisme obat. Sistematika buku yang berjudul “Metabolisme Nutrisi dan Obat” ini mengacu kepada konsep dan pembahasan yang terkait, terdiri dari 14 bab yang dijelaskan secara rinci dalam pembahasan setiap babnya.

- Bab 1 Struktur dan Fungsi Protein, Lipid, Karbohidrat
- Bab 2 Fungsi Normal dan Proses Pencernaan Karbohidrat, Lemak, dan Protein
- Bab 3 Proses Metabolisme : Karbohidrat, Lipid, Protein
- Bab 4 Proses Xenobiotik dan Metabolisme Redoks
- Bab 5 Fungsi dan Struktur Normal Kelenjar Pencernaan
- Bab 6 Sistem Energi dan Metabolisme
- Bab 7 Proses Pembentukan Energi dan Pengaturan Metabolisme
- Bab 8 Peran Gizi dalam Proses Metabolisme
- Bab 9 Konsep Farmakodinamik
- Bab 10 Konsep Farmakokinetik
- Bab 11 Konsep Farmakogenetik
- Bab 12 Jalur-Jalur Metabolisme Obat
- Bab 13 Faktor yang Mempengaruhi Metabolisme Obat
- Bab 14 Teknik dan Eksperimen Metabolisme Obat

Penulis berharap buku ini dapat bermanfaat dan memberi kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Buku ini memiliki nuansa berbeda yang saling menyempurnakan dari setiap bab dan pembahasannya, bukan hanya dari segi konsep yang tertuang secara terperinci melainkan contoh yang mudah dipahami oleh pembaca. Kami penulis menyadari buku ini tidak lepas dari kekurangan, oleh karena itu, kami menyampaikan permohonan maaf serta terbuka untuk kritik dan saran demi perbaikan dimasa mendatang.

Makassar, Maret 2024

Tim Penulis.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1 STRUKTUR DAN FUNGSI PROTEIN, LIPID, KARBOHIDRAT	1
A. Pendahuluan	1
B. Fruktosa	2
C. Protein	9
D. Lipid	12
DAFTAR PUSTAKA	18
BAB 2 FUNGSI NORMAL DAN PROSES PENCERNAAN KARBOHIDRAT, LEMAK DAN PROTEIN	19
A. Pendahuluan	19
B. Fungsi Zat Gizi Makro	19
C. Proses Pencernaan	23
DAFTAR PUSTAKA	31
BAB 3 PROSES METABOLISME : KARBOHIDRAT, LIPID, PROTEIN	32
A. Pendahuluan	32
B. Metabolisme Karbohidrat.....	35
C. Metabolisme Lipid.....	47
D. Metabolisme Protein	50
DAFTAR PUSTAKA	53
BAB 4 PROSES XENOBIOTIK DAN METABOLISME REDOKS	54
A. Pendahuluan	54
B. Proses Xenobiotik	55
C. Faktor yang Mempengaruhi Metabolisme Xenobiotik.....	55
D. Respon pada Proses Xenobiotik	56
E. Manfaat Proses Xenobiotik untuk Kesehatan.....	59
F. Metabolisme Redoks	59
G. Manfaat Redoks untuk Kesehatan	60
DAFTAR PUSTAKA.....	62

BAB 5	FUNGSI DAN STRUKTUR NORMAL KELENJAR PENCERNAAN	63
	A. Sistem Pencernaan pada Manusia	63
	B. Proses Pencernaan.....	64
	C. Organ - Organ Pencernaan pada Manusia.....	64
	D. Fungsi dan Struktur Kelenjar Pencernaan Manusia..	68
	DAFTAR PUSTAKA.....	80
BAB 6	SISTEM ENERGI DAN METABOLISME	81
	A. Pendahuluan.....	81
	B. Termodinamika	82
	C. ATP.....	83
	D. Sistem Energi	88
	E. Organ yang Terlibat Metabolisme	92
	F. Metabolisme Sumber Energi.....	92
	DAFTAR PUSTAKA.....	97
BAB 7	PROSES PEMBENTUKAN ENERGI DAN PENGATURAN METABOLISME.....	99
	A. Pendahuluan.....	99
	B. Tahapan dalam Pembentukan Energi	100
	C. Jalur Metabolisme	110
	D. Pengaturan Metabolisme	110
	DAFTAR PUSTAKA.....	113
BAB 8	PERAN GIZI DALAM PROSES METABOLISME	115
	A. Pendahuluan.....	115
	B. Karbohidrat	115
	C. Protein.....	118
	D. Lipid	122
	E. Vitamin	125
	F. Mineral.....	126
	DAFTAR PUSTAKA.....	129
BAB 9	KONSEP FARMAKODINAMIK.....	130
	A. Pengantar Farmakodinamik	130
	B. Istilah Penting untuk Memahami Kerja Obat Agonis dan Antagonis.....	131
	C. Hubungan Dosis-Respons.....	136
	D. Interaksi Obat	141
	E. Perubahan Farmakodinamik pada Lansia	142

	DAFTAR PUSTAKA.....	145
BAB 10	KONSEP FARMAKOKINETIK	147
	A. Pengantar Farmakokinetik	147
	B. Absorpsi.....	149
	C. Distribusi.....	151
	D. Eliminasi	153
	E. Metabolisme	153
	F. Eksresi	155
	G. Parameter Farmakokinetik.....	156
	DAFTAR PUSTAKA	158
BAB 11	KONSEP FARMAKOGENETIK	159
	A. Konsep Farmakogenetik.....	159
	B. Farmakogenomik dan Farmakogenetik	161
	C. Uji Farmakogenetik dan Pemanfaatannya (Integrasi Uji Farmakogenetik dalam Praktik Klinis).....	165
	D. Farmakogenetik di Era <i>Big Data</i>	166
	E. Variasi Genetik Mempengaruhi Respon Obat.....	168
	DAFTAR PUSTAKA	172
BAB 12	JALUR - JALUR METABOLISME OBAT	174
	A. Pendahuluan	174
	B. Jalur Deaktivasi.....	175
	C. Transformasi Fase I	175
	D. Transformasi Fase II.....	180
	DAFTAR PUSTAKA	185
BAB 13	FAKTOR YANG MEMPENGARUHI METABOLISME OBAT	186
	A. Pendahuluan	186
	B. Sifat Fisikokimia Obat	186
	C. Penginduksi dan Penghambat Enzim.....	189
	D. Faktor Genetik.....	190
	E. Usia	192
	F. Puasa, Diet dan Olahraga	196
	G. Penyakit Sistemik	197
	DAFTAR PUSTAKA.....	200

BAB 14	TEKNIK DAN EKSPERIMEN METABOLISME	
	OBAT	205
	A. Pendahuluan.....	205
	DAFTAR PUSTAKA.....	220
	TENTANG PENULIS.....	222

BAB

1

STRUKTUR DAN FUNGSI PROTEIN, LIPID, KARBOHIDRAT

Dr. apt. Ajeng Kurniati Roddu, S.Si., M.Kes

A. Pendahuluan

Ilmu kimia merupakan bagian dari ilmu pengetahuan makhluk hidup yang menggunakan hukum bentuk dan kimia untuk menjelaskan proses kehidupan pada tingkat molekul. Bagian ini juga mempelajari peran berbagai molekul dalam reaksi kimia dan proses yang terjadi dalam organisme. Semua reaksi kimia yang terjadi di dalam organisme, termasuk yang terjadi di tingkat seluler disebut metabolisme, seperti gerak, tumbuh, iritabilitas, dan reproduksi.

Secara ilmu kimia, hidrolisis fruktosa menghasilkan polihidroksi-aldehida atau polihidroksi-ke-ton, atau keduanya. Banyak gugus hidroksil dan gugus karbonil, seperti aldehida atau ke-ton, ditemukan dalam fruktosa. Tubuh manusia membutuhkan fruktosa sebagai salah satu nutrisi utama dan kebutuhan dasar. Enzim memainkan peran penting dalam kehidupan. Enzim berfungsi sebagai biokatalis sehingga proses kimia dapat berjalan lancar. Salah satu bentuk enzim, hemoglobin dalam darah merah atau eritrosit, mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Apabila tubuh kekurangan fruktosa dan lemak, enzim juga dapat digunakan sebagai sumber energi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbianto, Purwo. 1994. Ilmu kimia Konsep-konsep Dasar. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Armstrong, Frank B. 1995. Buku Ajar Ilmu kimia. Edisi ketiga. EGC: Jakarta
- Girindra, Aisjah. 1986. Ilmu kimia Satu. Jakarta: PT Gramedia.
- Hart, Harold. 2003. Kimia Organik Edisi Kesebelas. Jakarta: Erlangga.
- Lehninger, Albert L. 1982. Dasar-dasar Ilmu kimia Jilid Satu. Alih bahasa oleh Maggy Thenawijaya. Jakarta: Penerbit Erlangga.

BAB 2

FUNGSI NORMAL DAN PROSES PENCERNAAN KARBOHIDRAT, LEMAK DAN PROTEIN

Aldina Ayunda Insani, S.Keb., Bd., M.Keb

A. Pendahuluan

Nutrition (gizi) meliputi proses pencernaan, penyerapan, transportasi, penyimpanan, metabolisme dan pengeluaran zat yang tidak digunakan oleh tubuh dalam menghasilkan energi. *Nutrient* (zat gizi) mencakup zat makanan yang sangat dibutuhkan tubuh dalam proses metabolisme.

Zat gizi berdasarkan fungsinya didalam tubuh terdiri dari tiga kelompok, yaitu:

1. Zat energi (karbohidrat, protein, dan lemak);
2. Zat pembangun (protein, mineral, dan air);
3. Zat pengatur (protein, mineral, air, dan vitamin).

Berdasarkan jumlah, zat gizi terdiri dari dua, yaitu:

1. Zat makro (karbohidrat, protein dan lemak). Zat ini dibutuhkan dalam jumlah yang banyak.
2. Zat mikro (vitamin, mineral dan air). Zat ini dibutuhkan dalam jumlah yang kecil (Setiarto & Marni, 2022)

B. Fungsi Zat Gizi Makro

1. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan zat kimia dalam makanan, terdiri dari satu atau kelipatan molekul gula dengan berbagai bentuk. Fungsi karbohidrat diantaranya sebagai sumber dan cadangan energi, pembentukan makromolekul, penghemat

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, J. E., Lechtenberg, E., Murtaugh, M. A., Splett, P. L., Stang, J., Wong, R., Kaiser, L. D., Bowser, E. K., Leonberg, B. L., Sahyoun, N. R., Brazil, A. •, Mexico, •, & Singapore, •. (2017). 6th Ed Nutrition Through the Life Cycle. www.cengage.com/highered
- Mardalena, I., & Suyani, E. (2016). Keperawatan Ilmu Gizi. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 182. <http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2017/08/Ilmu-Gizi-Keperawatan-Komprehensif.pdf>
- Setiarto, & Marni. (2022). Buku Ajar Gizi Kesehatan Reproduksi (Issue February). February.
- Titchenal, A., Calabrese, A., Gibby, C., Revilla, M. K. F., & Meinke, W. (2018). Chapter 11. Trace Minerals. Human Nutrition, 398–400. <https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/622>

BAB 3

PROSES METABOLISME : KARBOHIDRAT, LIPID, PROTEIN

Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D

A. Pendahuluan

Metabolisme merupakan serangkaian reaksi kimia yang terjadi di dalam sel-sel organisme untuk menjaga kehidupan. Reaksi-reaksi ini memungkinkan organisme untuk tumbuh, bereproduksi, memperbaiki kerusakan, dan merespons lingkungannya. Metabolisme dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu katabolisme, di mana molekul kompleks dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana dengan melepaskan energi; dan anabolisme, di mana molekul-molekul sederhana dibangun menjadi molekul-molekul yang lebih kompleks dengan penggunaan energi. Enzim memainkan peran krusial dengan mempercepat reaksi kimia yang diperlukan untuk metabolisme sel.

Fungsi utama metabolisme meliputi transformasi nutrisi menjadi energi yang diperlukan untuk semua aktivitas seluler, dari gerakan hingga sintesis protein. Energi yang dihasilkan dalam bentuk adenosine triphosphate (ATP) digunakan oleh sel untuk menjalankan berbagai fungsi, termasuk kontraksi otot dan transmisi saraf. Selain itu, metabolisme berperan dalam regulasi konsentrasi zat dalam sel, memastikan kestabilan internal atau homeostasis yang penting untuk kelangsungan hidup sel dan organisme secara keseluruhan. Pada dasarnya, metabolisme memungkinkan organisme untuk mendapatkan dan

DAFTAR PUSTAKA

- Baynes, J.W. dan Dominiczak, M.. (2015), *Medical Biochemistry*.
New York: Mcgraw-Hill Education
- Michal, G. and Schomburg, D. (2012) *Biochemical pathways: an atlas of biochemistry and molecular biology*. John Wiley & Sons.
- Murray, Robert. K. Daryl. K. Ganner. Victor. W. Rodwell. (2009), in *Biokimia Harper Ed.27*, pp. 152–94.
- Nelson, D.L., and Cox, M.. (2017). 7th ed. Ne, *Lehninger Principles of Biochemistry*.
- Tymoczko, J.L., Berg, J.M. and Stryer, L. (2011) *Biochemistry: a short course*. Macmillan.
- Voet, D., Voet, J.G. and Pratt, C.W. (2016) *Fundamentals of biochemistry: life at the molecular level*. John Wiley & Sons.

BAB 4

PROSES XENOBIOTIK DAN METABOLISME REDOKS

Dr. Yeny Sulistyowati, SKM, M.Si.Med

A. Pendahuluan

Xenobiotik berasal dari bahasa Yunani, yaitu *xenos* yang artinya asing. Xenobiotik berarti zat asing yang masuk dalam tubuh manusia. Contoh: obat, insektisida, bahan tambahan pangan (pemanis, pewarna, pengawet) dan zat karsinogen lain. Umumnya xenobiotik memberikan pengaruh pada sistem dan fungsi normal tubuh, bisa sesuatu yang diharapkan, seperti efek terapeutic obat, yaitu efek untuk penyembuhan penyakit atau menghilangkan gejala penyakit; namun, dapat pula berupa sesuatu yang tidak diharapkan, seperti efek samping atau toksik. Pengaruh buruk xenobiotik mampu dihilangkan melalui proses metabolisme dan ekskresi tubuh.

Metabolisme xenobiotik merupakan proses tubuh dalam mengolah dan menghilangkan zat asing, dikenal sebagai xenobiotika. Proses ini merupakan bagian dari sistem detoksifikasi tubuh, yang bertujuan untuk menghapus senyawa beracun atau berbahaya lainnya. Telah lama diketahui bahwa karena sifatnya yang suka lemak, banyak xenobiotik tidak diekskresi tubuh tanpa proses perubahan struktur kimia melalui metabolisme. Organ utama yang paling berperan dalam metabolisme xenobiotik adalah hati. Ekskresi xenobiotik melalui empedu dan urine.

DAFTAR PUSTAKA

- Harper, Rodwell, Mayes, 1977, *Review of Physiological Chemistry*
- Colby, 1992, *Ringkasan Biokimia Harper*, Alih Bahasa: Adji Dharma, Jakarta, EGC
- Wirahadikusumah, 1985, *Metabolisme Energi, Karbohidrat dan Lipid*, Bandung, ITB
- Harjasasmita, 1996, *Ikhtisar Biokimia Dasar B*, Jakarta, FKUI
- Toha, 2001, *Biokimia, Metabolisme Biomolekul*, Bandung, Alfabeta
- Poedjiadi, Supriyanti, 2007, *Dasar-Dasar Biokimia*, Bandung, UI PressAnanda. Bandung: Citapustaka Media.

BAB 5

FUNGSI DAN STRUKTUR NORMAL KELENJAR PENCERNAAN

Icha Artyas Annariswati, drg., M.Si

A. Sistem Pencernaan pada Manusia

Sistem pencernaan atau sistem gastrointestinal merupakan saluran panjang yang dilalui makanan atau minuman. Sistem pencernaan terdiri dari mulut, faring, esofagus, lambung, usus halus, usus besar, rektum dan anus (Muttaqin, Arif. Sari, 2011). Sistem pencernaan memfasilitas proses pemecahan senyawa kompleks menjadi molekul – molekul sederhana yang dapat diserap oleh tubuh. Menurut Guyton, 2000, sistem pencernaan manusia berperan dalam mengolah dan mengurai zat makanan dan minuman yang dikonsumsi menjadi nutrisi dan energi yang diperlukan untuk proses metabolisme, perbaikan sel dan jaringan tubuh, serta aktivitas sehari-hari, seperti bergerak, bernafas, belajar, dan bekerja.

Sistem pencernaan manusia berperan sebagai penerima makanan dari luar, kemudian diolah di dalam organ pencernaan yang dimulai dari pencernaan, penyerapan zat- zat yang dapat diserap, dan menghilangkan sisa-sisa pencernaan. Proses mengubah makanan dari besar menjadi lebih kecil dan lebih halus dan membuka molekul makanan kompleks menjadi molekul sederhana menggunakan enzim dan organ pencernaan adalah definisi lain dari sistem pencernaan (Kasper, 2005). Sistem pencernaan terdiri dari saluran pencernaan dan

DAFTAR PUSTAKA

- Drake R, Vogl W, M. A. (2012) *Gray's Basic Anatomy 1st, Ed.* Singapore: Elsevier Churchill Livingstone.
- Campbell, N.A., Jane B. R., Lisa A. U., Michael L. C., Steven A.W., P. V. M. and J, and R. B. (2010) *Biologi Edisi Kedelapan Jilid III.* Jakarta: Erlangga.
- Campbell, N.A., Jane B. R., L. G. M. (2004) *Biologi Edisi Kelima Jilid III.* Jakarta: Erlangga.
- Doengoes, M. E. (2010) *Rencana Asuhan Keperawatan : Pedoman Untuk Perencanaan dan Pendokumentasian Perawatan Pasien.* Jakarta: EGC.
- Frank H. Netter (2014) *ATLAS of Human Anatomy Ed. 5.* Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Ganong, W. F. (2003) *Fisiologi Kedokteran (edisi 10).* Jakarta: EGC.
- Guyton, A. C. (2000) *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran.* Jakarta: EGC.
- Junqueira, L. C. & J. C. (1990) *Basic Histology.* California: Lange Medical Publications.
- Kasper, D. L. (2005) *Harrison's Principles of Internal Medicine (16 ed.).* London: Mc Graw Hill Medical Publishing Division.
- Kurniawati, A. yani (2018) *Cairan Rongga Mulut.* Yogyakarta: Pustaka Panasea.
- Muttaqin, Arif. Sari, K. (2011) *Gangguan Gastrointestinal : Aplikasi Asuhan Keperawatan Medikal bedah.* Jakarta: Salemba Medika.
- Raven, P.H., and Johnson, G. B. (1996) *Biology.* Times Mirror/ Mosby College Publishing.

BAB 6

SISTEM ENERGI DAN METABOLISME

Prof. Dr. Syamsulina Revianti, drg., M.Kes., PBO

A. Pendahuluan

Metabolisme energi merupakan keseluruhan reaksi biokimia yang terjadi di seluruh sel tubuh untuk menghasilkan energi bagi tubuh makhluk hidup. Energi ini digunakan untuk proses penting dan sintesis bahan organik baru. Proses metabolisme melibatkan banyak jalur seluler yang saling berhubungan. Jalur metabolisme terjadi di dalam sitosol dan mitokondria sel dengan pemanfaatan glukosa atau asam lemak yang menghasilkan sebagian besar energi seluler (Rodwell *et al.*, 2018).

Jalur metabolisme dapat dibagi dua yaitu sintesis (anabolisme) dan degradasi makromolekul kompleks (katabolisme). Anabolisme adalah jalur biosintesis yang menghasilkan makromolekul kompleks seperti asam nukleat, protein, polisakarida, dan lipid. Katabolisme adalah degradasi makromolekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana seperti karbon dioksida, air, dan amonia. Prinsip dasar konsumsi dan produksi energi, serta jalur biokimia yang membentuk proses metabolisme mendasar bagi kehidupan telah banyak dipelajari (Rodwell *et al.*, 2018; Judge and Dodd, 2020).

Setiap organisme hidup menggunakan lingkungannya untuk bertahan hidup dengan mengambil nutrisi dan zat yang bertindak sebagai bahan pembangun pergerakan, pertumbuhan,

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, J.S., McCormick, M.C. and Robergs, R.A. (2010) 'Interaction among skeletal muscle metabolic energy systems during intense exercise', *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2010(Figure 1). Available at: <https://doi.org/10.1155/2010/905612>.
- Berg, J.M., Tymoczko, J.L. and Stryer, L. (2002) *Biochemistry, Fifth Edition*. W.H. Freeman. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=uDFqAAAAMAAJ>.
- Bonora, M. *et al.* (2012) 'ATP synthesis and storage', *Purinergic Signalling*, 8(3), pp. 343-357. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11302-012-9305-8>.
- Dashty, M. (2013) 'A quick look at biochemistry: Carbohydrate metabolism', *Clinical Biochemistry*, 46(15), pp. 1339-1352. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2013.04.027>.
- Jaworski, K. *et al.* (2007) 'Regulation of triglyceride metabolism. IV. Hormonal regulation of lipolysis in adipose tissue.', *American journal of physiology. Gastrointestinal and liver physiology*, 293(1), pp. G1-4. Available at: <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00554.2006>.
- Judge, A. and Dodd, M.S. (2020) 'Metabolism', *Essay in Biochemistry*, 0(July), pp. 607-647.
- Liu, X. *et al.* (2019) 'Revealing the Thermodynamic Properties of Elementary Chemical Reactions at the Single-Molecule Level.', *The journal of physical chemistry. B*, 123(29), pp. 6253-6259. Available at: <https://doi.org/10.1021/acs.jpccb.9b03474>.
- Melkonian, E.A. and Schury, M.P. (2024) 'Biochemistry, Anaerobic Glycolysis.', in. Treasure Island (FL).
- Ramnanan, C.J. *et al.* (2011) 'Physiologic action of glucagon on liver glucose metabolism.', *Diabetes, obesity & metabolism*, 13 Suppl

1(Suppl 1), pp. 118–125. Available at:
<https://doi.org/10.1111/j.1463-1326.2011.01454.x>.

Rodwell, V.W. *et al.* (2018) *Harper's Illustrated Biochemistry Thirty-First Edition*. McGraw Hill LLC. Available at:
<https://books.google.co.id/books?id=4BNZDwAAQBAJ>

Sánchez López de Nava, A. and Raja, A. (2024) 'Physiology, Metabolism.', in. Treasure Island (FL).

Szabo, I. and Zoratti, M. (2014) 'Mitochondrial channels: Ion fluxes and more', *Physiological Reviews*, 94(2), pp. 519–608. Available at: <https://doi.org/10.1152/physrev.00021.2013>.

BAB 7

PROSES PEMBENTUKAN ENERGI DAN PENGATURAN METABOLISME

Zuraida, AMAK. SKM., MKM

A. Pendahuluan

Pengaturan metabolisme dan proses pembentukan energi sangat penting untuk fungsi tubuh manusia dan organisme lain. Untuk melakukan proses ini, sejumlah besar reaksi kimia kompleks terjadi di dalam sel. Beberapa ide utama tentang pengaturan metabolisme dan pembentukan energi adalah sebagai berikut: (Syahrizal *et al.*, 2020)

1. Respirasi Selular

Proses utama di mana sel mengubah molekul organik (seperti glukosa) menjadi energi, seperti adenosin trifosfat (ATP), terjadi dalam mitokondria dan terdiri dari tiga tahap utama, yaitu siklus krebs, rantai transpor elektron dan glikolisis (Novitasari, 2017)

2. Glikolisis

Glikolisis, tahap awal respirasi seluler pada sitoplasma sel, dimana glukosa dipecah menjadi dua molekul piruvat, menghasilkan sejumlah kecil ATP dan NADH (Brito and Arias, 2020).

3. Siklus Krebs

Piruvat yang dihasilkan dari glikolisis masuk ke mitokondria, diubah menjadi asetil-KoA. Selama siklus asam sitrat asetil-KoA dioksidasi sempurna menjadi CO₂,

DAFTAR PUSTAKA

- Brito, M. and Arias (2020) *Enzymes Involved in Glycolysis, Fatty Acid and Amino Acid Biosynthesis Active Site Mechanisms and Inhibition*. Bentham Science Publishers.
- Bye, L.A., Modi, N.C. and Stanford, M. (2013) *Basic Sciences For Ophthalmology*. OUP Oxford.
- Firani, K.N. (2017) *Metabolisme Karbohidrat 'Tinjauan Biokimia dan Patologis'*. UB Press.
- Goldberg, D.T. (2020) *Biology With 2 Practice Tests*. Barrons Educational Services.
- Judge, A. and Dodd, M.S. (2020) *Metabolism*, 0(August), pp. 607–647.
- Karki, R. et al. (2021) *Anaerobic co-digestion: Current status and perspectives*, *Bioresource Technology*, 330(January), p. 125001. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125001>.
- Kee, J.L. and Hayes, E.R. (1996) *Farmakologi*. EGC.
- Mardliyana, Nova Elok and Rullyansyah, S. (2022) *Farmakologi Kebidanan*. Edited by Nova Elok Mardliyana. Rena Cipta Mandiri.
- Mougios, V. (2019) *Exercise Biochemistry*. Human Kinetics.
- Nolfi, D.D., Braganza, A. and Shiva, S. (2020) *Mitochondrial electron transport chain: Oxidative phosphorylation, oxidant production, and methods of measurement*, *Redox Biology*, 37, p. 101674. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101674>.
- Novitasari, R. (2017) *Proses Respirasi Seluler Pada Tumbuhan*, Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi, pp. 89–96. Available at: <http://seminar.uny.ac.id/sembiouny2017/sites/seminar.uny.ac.id/sembiouny2017/files/B12a.pdf>.
- Ryan, D.G. and O'Neill, L.A.J. (2020) *Krebs Cycle Reborn in Macrophage Immunometabolism*, *Annual Review of*

Immunology, 38, pp. 289–313. Available at:
<https://doi.org/10.1146/annurev-immunol-081619-104850>.

Salway, J.. (2017) *Metabolism at a Glance*. Wiley Blackwell.

Schuur, A. and Gozal, E. (2015) *Glycolysis at 75: Is it Time to Tweak the First Elucidated Metabolic Pathway in History?* Frontiers Media SA.

Sulastri and Erlidawati (2020) *Biokimia Dasar Bermuatan Nilai-Nilai Karakter*. Syiah Kuala University Press.

Syahrizal, D., Puspita, N.A. and Marisa (2020) *Metabolisme Dan Bioenergetika*. Edited by N. Hasanah and N.U. Hikmah. Syiah Kuala University Press.

Vertzoni, M. *et al.* (2019) *Impact of regional differences along the gastrointestinal tract of healthy adults on oral drug absorption: An UNGAP review*, European Journal of Pharmaceutical Sciences, 134(February), pp. 153–175. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.ejps.2019.04.013>.

BAB

8

PERAN GIZI DALAM PROSES METABOLISME

Nuradi, S.Si., M.Kes

A. Pendahuluan

Gizi berperan penting dalam proses metabolisme, yaitu proses perubahan zat-zat makanan menjadi energi dan komponen-komponen penyusun tubuh. Gizi menyediakan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk proses metabolisme, termasuk karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral. Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh. Karbohidrat dipecah menjadi glukosa dan digunakan oleh tubuh untuk menghasilkan energi. Protein adalah bahan penyusun utama tubuh. Protein digunakan untuk membangun dan memperbaiki jaringan tubuh, termasuk otot, tulang, dan organ. Lemak merupakan sumber energi yang lebih efisien daripada karbohidrat. Lemak digunakan sebagai cadangan energi, melindungi organ-organ tubuh, dan mengatur suhu tubuh. Vitamin dan mineral dibutuhkan dalam jumlah kecil, tetapi sangat penting untuk berbagai fungsi tubuh, termasuk metabolisme.

B. Karbohidrat

Metabolisme karbohidrat merupakan proses kompleks yang melibatkan berbagai tahap dan organ tubuh. Karbohidrat penting untuk sumber dan cadangan energi, membentuk

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. (2018). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Berdanier, C. D., & Feldman, E. B. (2014). *Nutrition and Metabolism: The Micronutrients*. *Clinics in Geriatric Medicine*, 30(3), 451-464.
- Campbell, W. W., & Mandarino, L. J. (2015). *Role of Nutrition in the Metabolic Syndrome*. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes & Obesity*, 22(4), 321-326.
- Supriasa, I. D. G., & Djuwantara, P. (2016). *Gizi dan Metabolisme*. Jakarta: EGC.
- Whitney, E. N., & Rolfes, S. R. (2018). *Understanding Nutrition* (14th ed.). Boston: Cengage Learning.
- World Health Organization. (2002). *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. Geneva: World Health Organization.

BAB 9

KONSEP FARMAKODINAMIK

Dr. dr. Lili Indrawati, M.Kes

A. Pengantar Farmakodinamik

Secara umum, farmakodinamik digambarkan sebagai “kerja (aksi yang dilakukan) obat terhadap tubuh” dan konsep ini mencakup reaksi biokimia dan fisiologis yang terjadi akibat pemberian obat. Sebaliknya, farmakokinetik menggambarkan “apa yang dilakukan tubuh terhadap suatu obat (nasib obat dalam tubuh)” yaitu penyerapan, distribusi, metabolisme, atau ekskresi. Farmakodinamik menggambarkan hubungan antara konsentrasi obat di lokasi aksi obat dan besarnya efek yang dihasilkan. Hubungan dosis-respons menunjukkan efek farmakodinamik suatu obat dan dapat digunakan untuk membandingkan obat yang berbeda. Ilustrasi grafis seringkali menunjukkan hubungan antara dosis di sepanjang sumbu x dan derajat respons terhadap obat (efikasi) di sepanjang sumbu y. Efek yang ditimbulkan dapat disengaja (terapeutik), tidak disengaja (efek samping), atau *supratherapeutic* (toksisitas). Secara klinis, konsentrasi obat ditargetkan mencapai *therapeutic window* (jendela terapeutik) melalui dosis yang tepat, sehingga memaksimalkan efek terapeutik sekaligus meminimalkan efek samping (Gambar 9.1) (Wittwer & Nicholson, 2015).

DAFTAR PUSTAKA

- Andres TM, McGrane T, McEvoy MD, Allen BFS. Geriatric Pharmacology: An Update. *Anesthesiol Clin*. 2019 Sep;37(3):475-492. doi: 10.1016/j.anclin.2019.04.007. Epub 2019 June 19. PMID: 31337479.
- Currie GM. Pharmacology, Part 1: Introduction to Pharmacology and Pharmacodynamics. *J Nucl Med Technol*. 2018 Jun;46(2):81-86. doi: 10.2967/jnmt.117.199588. Epub 2018 Mar 29. PMID: 29599397.
- Wittwer, E. D., & Nicholson, W. T. (2015). Pharmacodynamic interactions: Core concepts. In *A Case Approach to Perioperative Drug-Drug Interactions* (pp. 9-14). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7495-1_2
- Farinde A (2023a) PM Dose-Response Relationships - Clinical Pharmacology - MSD Manual Professional Edition <https://www.msmanuals.com/professional/clinical-pharmacology/pharmacodynamics/dose-response-relationships#top>
- Farinde A (2023b) PM Drug-Receptor Interactions - Clinical Pharmacology - MSD Manual Professional Edition <https://www.msmanuals.com/professional/clinical-pharmacology/pharmacodynamics/drug-receptor-interactions#top>
- Farinde (2023c) Overview of Pharmacodynamics <https://www.msmanuals.com/professional/clinical-pharmacology/pharmacodynamics/overview-of-pharmacodynamics>
- Craig W Clarkson Basic Principles of Pharmacology Permanent link: https://tmedweb.tulane.edu/pharmwiki/doku.php/basic_principles_of_pharm. Last update: 2019/08/18 21:20

Gideon Koren, Galia Nordon, Kira Radinsky & Varda Shalev (2019):
Clinical pharmacology of old age, Expert Review of Clinical
Pharmacology, DOI:10.1080/17512433.2019.1632188

Medical Pharmacology at a Glance, Seventh Edition. Michael J. Neal. ©
2012 John Wiley & Sons, Ltd. Published 2012 by John Wiley
& Sons, Ltd.

Williams CM. Medications Appropriately in Older Adults.
American Family Physician 2002 volume 66, Number 10

BAB 10

KONSEP FARMAKOKINETIK

Hartanti, S.Si, M.Si

A. Pengantar Farmakokinetik

Metabolisme obat dan farmakokinetik merupakan dua konsep yang saling berkaitan dalam ilmu farmakologi. Metabolisme obat adalah fenomena fisiologis dimana senyawa obat diubah secara kimia menjadi metabolitnya. Tubuh mengubah obat menjadi bentuk yang lebih mudah di eksresikan. Metabolisme obat terjadi di hati dengan melibatkan berbagai proses biokimia atau organ lain seperti usus atau paru. Di sisi lain, farmakokinetik adalah ilmu mengenai pergerakan dinamis senyawa obat selama melewati tubuh (White, 2012; Hinderliter & Saghir, 2014).

Farmakokinetik mempelajari bagaimana obat diproses dalam tubuh, termasuk bagaimana obat diserap, didistribusikan, dimetabolisme, dan dieliminasi (Gambar 10.1). Konsep farmakokinetik memerlukan pemahaman mengenai perjalanan obat melalui tubuh dan faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi obat di berbagai bagian tubuh pada waktu tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Hinderliter, P., & Saghir, S. A. (2014). Pharmacokinetics. In *Encyclopedia of Toxicology: Third Edition* (pp. 849–855). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00419-X>
- Jambhekar, S. S., & Breen, P. J. (n.d.). *Basic Pharmacokinetics*.
- Kenakin, T. P. (2019). Pharmacokinetics. In *A Pharmacology Primer* (pp. 245–293). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813957-8.00009-6>
- Mukherjee, B. (2022). Pharmacokinetics: Basics to Applications. In *Pharmacokinetics: Basics to Applications*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-8950-5>
- Parfati N, B. F. T. C. (2003). Farmasi Klinis. *Farmasi Klinis*.
- Thorsteinn Loftsson. (n.d.). *Essential pharmacokinetics : a primer for pharmaceutical scientists*.
- Tozer, T. N., & Rowland, M. (n.d.). *Introduction to Pharmacokinetics and Pharmacodynamics: The Quantitative Basis of Drug Therapy*.
- Waller, D. G., & Sampson, A. P. (2018). Pharmacokinetics. In *Medical Pharmacology and Therapeutics* (pp. 33–62). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-7167-6.00002-6>
- White, R. E. (2012). *Review of Drug Metabolism in Drug Discovery and Development*.

BAB

11

KONSEP FARMAKOGENETIK

Dian Widya Damaiyanti, drg., M.Kes

A. Konsep Farmakogenetik

Variasi genetik mempengaruhi hasil terapi, kejadian efek samping dan toksisitas. Farmakokinetik dan respons dapat bervariasi antar individu karena profil genetik yang unik. Pedoman berbasis bukti sangat penting dalam menggabungkan pengetahuan farmakogenetika ke dalam praktik klinis. Pengetahuan ini menawarkan rekomendasi obat spesifik berdasarkan genotipe atau prediksi fenotipe. Terdapat variasi gen yang mengontrol cara obat diproses atau pengaruhnya terhadap tubuh, yang mengakibatkan perbedaan dalam cara individu merespons pengobatan. Studi farmakogenetik berfokus pada pemeriksaan gen yang mengkode enzim yang bertanggung jawab untuk metabolisme obat, pembawa yang membantu pergerakan obat, dan target yang terlibat dalam farmakokinetik dan farmakodinamik obat. Pengetahuan ini juga mengeksplorasi interaksi antara pengobatan tambahan, faktor lingkungan, dan antara protein (Schwarz, Gulilat and Kim, 2019; Abdullah-Koolmees *et al.*, 2021).

Farmakogenetik (PGx) mengeksplorasi variasi respons obat yang terkait dengan gen tertentu, seperti gen ADME atau gen target obat. *Single nucleotide variant* (SNV) adalah jenis varian fungsional pengubah protein yang paling umum ditemukan pada farmakogen. Ada variasi berbeda yang ditemukan pada gen yang berperan dalam pemecahan dan transportasi obat,

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah-Koolmees, H. *et al.* (2021) 'Pharmacogenetics Guidelines: Overview and Comparison of the DPWG, CPIC, CPNDS, and RNPGx Guidelines', *Frontiers in Pharmacology*, 11(January), pp. 1-12. doi: 10.3389/fphar.2020.595219.
- Auwerx, C. *et al.* (2022) 'From pharmacogenetics to pharmaco-omics: Milestones and future directions', *Human Genetics and Genomics Advances*, 3(2), pp. 1-24. doi: 10.1016/j.xhgg.2022.100100.
- Bachtiar, M. *et al.* (2019) 'Towards precision medicine : interrogating the human genome to identify drug pathways associated with potentially functional , population-differentiated polymorphisms', *The Pharmacogenomics Journal*, 19, pp. 516-527. doi: 10.1038/s41397-019-0096-y.
- Campion, D. P. and Dowell, F. J. (2019) 'Translating pharmacogenetics and pharmacogenomics to the clinic: Progress in human and veterinary medicine', *Frontiers in Veterinary Science*, 6(FEB), pp. 1-11. doi: 10.3389/fvets.2019.00022.
- Chang, K. L., Weitzel, K. and Schmidt, S. (2015) 'Pharmacogenetics: Using genetic information to guide drug therapy', *American Family Physician*, 92(7), pp. 588-594.
- Grossman, I. and Goldstein, D. B. (2010) *Pharmacogenetics and Pharmacogenomics*. First Edition, *Essentials of Genomic and Personalized Medicine*. First Edition. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-374934-5.00015-5.
- Magavern, E. F. *et al.* (2023) 'British South Asian ancestry participants views of pharmacogenomics clinical implementation and research: a thematic analysis', *the pharmacogenomics journal*, 23(September), pp. 185-194. doi: 10.1038/s41397-023-00317-8.

- Mroziewicz, M. and Tyndale, R. F. (2010) 'Pharmacogenetics: a tool for identifying genetic factors in drug dependence and response to treatment.', *Addiction science & clinical practice*, 5(2), pp. 17-29.
- Reisberg, S. *et al.* (2019) 'Translating genotype data of 44 , 000 biobank participants into clinical pharmacogenetic recommendations: challenges and solutions', *Genetics in Medicine*, 21(6). doi: 10.1038/s41436-018-0337-5.
- Runcharoen, C. *et al.* (2021) 'Prevalence of pharmacogenomic variants in 100 pharmacogenes among Southeast Asian populations under the collaboration of the Southeast Asian Pharmacogenomics Research Network (SEAPharm)', *Human genome variation*, 8, pp. 4-9. doi: 10.1038/s41439-021-00135-z.
- Schwarz, U. I., Gulilat, M. and Kim, R. B. (2019) 'The role of next-generation sequencing in pharmacogenetics and pharmacogenomics', *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 9(2), pp. 1-16. doi: 10.1101/cshperspect.a033027.

BAB 12

JALUR - JALUR METABOLISME OBAT

Juliyanty Akuba, M.Sc, apt

A. Pendahuluan

Metabolisme merupakan proses pemecahan obat secara metabolik oleh sistem enzimatik khusus, akibat perubahan zat kimia jaringan biologi. Hati merupakan organ utama lokasi metabolisme obat. Kesulitan ginjal dalam mengekskresi bahan dan atau obat yang bersifat lipofil disebabkan karena proses reabsorpsi tubulus setelah filtrasi di glomerulus. Hal ini sangat dipengaruhi oleh metabolisme, sehingga obat-obat lipofil harus di metabolisme terlebih dahulu dan diubah menjadi senyawa yang lebih polar untuk mengurangi proses reabsorpsi tubulus (Mardjono dan Mahar, 2007).

Metabolisme produk farmasi merupakan aspek penting bidang farmakologi dan ilmu kedokteran. Laju metabolisme sangat mempengaruhi durasi dan interaksi obat. Proses metabolisme mempengaruhi resistensi obat berganda terutama pada pasien dengan riwayat penyakit infeksi, dan menjalani kemoterapi pada kanker. Peran obat sebagai penghambat enzim (termasuk dalam metabolisme xenobiotik) merupakan penyebab terjadinya interaksi obat merugikan. Proses metabolisme xenobiotik mikroorganisme pada bioremediasi menentukan terurainya suatu polutan. Beberapa enzim dari proses metabolisme xenobiotik, seperti *glutation S-transferase* yang berperan dalam memicu resistensi. Proses ini sangat penting untuk melihat waktu dan indikasi obat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (1999) *Majalah Farmasi Indonesia*. Mandiri Jaya Offset. Yogyakarta.
- Gordon dan Paul Skeet (1991) *Pengantar Metabolisme Obat*. UI Press. Jakarta.
- Mardjono dan Mahar (2007) *Farmakologi dan Terapi*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Neal, M.J (2005) *Farmakologi Medis Edisi Kelima*. Erlangga. Jakarta.
- Parfati, Nani ; Budisutio, Fauna Herawati (2003) *Farmakokinetika Klinis Menuju Pengobatan Rasional dan Penghargaan Pilihan Pasien*. PT. Elex Media Komputindo. Surabaya.
- Rollando (2017) *Pengantar Kimia Medisinal*. CV. Seribu Bintang. Jawa Timur.
- Siswandono dan Soekardjo, Bambang (2000) *Kimia Medisinal*. Airlangga University Press. Jakarta.

BAB 13

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI METABOLISME OBAT

Prof. Dr. Rima Parwati Sari, drg., M.Kes., PBO

A. Pendahuluan

Obat dimetabolisme melalui berbagai jalur reaksi, bisa melalui fase I dan II, fase I atau fase II saja dan bahkan bisa langsung diekskresikan. Banyak faktor penentu jalur metabolisme obat tertentu dan sejauh mana suatu obat mengalami biotransformasi melalui jalur-jalur tersebut. Faktor-faktor ini berkisar dari spesies organisme yang diteliti hingga lingkungan tempat organisme tersebut hidup. Faktor-faktor yang mempengaruhi metabolisme obat dapat dibagi menjadi faktor internal (fisiologis dan patologis) dan faktor eksternal (pola makan dan lingkungan) (Taxak and Bharatam, 2014).

Faktor-faktor yang dikemukakan di atas perlu dipelajari untuk memahami proses metabolisme obat, sehingga membantu mengoptimalkan desain obat dengan memprediksi potensi interaksi obat-obat dan reaksi obat yang merugikan. Selain itu, pengetahuan tentang metabolisme obat dapat memandu pemberian dosis pada pasien yang dapat mempengaruhi efektivitas terapeutik, toksisitas dan durasi aksi farmakologis obat (Subramanian, 2023).

B. Sifat Fisikokimia Obat

Sifat fisikokimia suatu bahan obat berperan dalam proses metabolisme. Salah satunya adalah interaksi dan penghambatan substrat transporter. Hal ini akan mengakibatkan transporter

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S. *et al.* (2016) 'Pharmacogenomics of Drug Metabolizing Enzymes and Transporters: Relevance to Precision Medicine', *Genomics, Proteomics and Bioinformatics*, 14(5), pp. 298–313. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.gpb.2016.03.008>.
- Alcorn, J. and McNamara, P.J. (2003) 'Pharmacokinetics in the newborn', *Advanced Drug Delivery Reviews*, 55(5), pp. 667–686. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0169-409X\(03\)00030-9](https://doi.org/10.1016/S0169-409X(03)00030-9).
- Asconapé, J.J. (2014) 'Use of antiepileptic drugs in hepatic and renal disease', *Handbook of Clinical Neurology*, 119, pp. 417–432. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-4086-3.00027-8>.
- Bansal, N. *et al.* (2023) 'Pharmacokinetics of drugs: newborn perspective', *Pediatric Medicine*, 0, pp. 0–0. Available at: <https://doi.org/10.21037/pm-22-11>.
- Belle, D.J. and Singh, H. (2008) 'Genetic factors in drug metabolism', *American Family Physician*, 77(11), pp. 1553–1560.
- Cruciani, G. *et al.* (2005) 'MetaSite: Understanding metabolism in human cytochromes from the perspective of the chemist', *Journal of Medicinal Chemistry*, 48(22), pp. 6970–6979. Available at: <https://doi.org/10.1021/jm050529c>.
- Deodhar, M. *et al.* (2020) 'Mechanisms of cyp450 inhibition: Understanding drug-drug interactions due to mechanism-based inhibition in clinical practice', *Pharmaceutics*, 12(9), pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12090846>.
- Donald Harvey, R. and Morgan, E.T. (2014) 'Cancer, inflammation, and therapy: Effects on cytochrome P450-mediated drug metabolism and implications for novel immunotherapeutic agents', *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 96(4), pp. 449–457. Available at: <https://doi.org/10.1038/clpt.2014.143>.

- Dostalek, M. et al. (2011) 'Significantly reduced cytochrome P450 3A4 expression and activity in liver from humans with diabetes mellitus', *British Journal of Pharmacology*, 163(5), pp. 937-947. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2011.01270.x>.
- Evers, R. et al. (2013) 'Critical review of preclinical approaches to investigate cytochrome P450-mediated therapeutic protein drug-drug interactions and recommendations for best practices: A white paper', *Drug Metabolism and Disposition*, 41(9), pp. 1598-1609. Available at: <https://doi.org/10.1124/dmd.113.052225>.
- Feghali, C.A. and Wright, T.M. (1997) 'Cytokines in acute and chronic inflammation.', *Frontiers in bioscience : a journal and virtual library*, 2(December). Available at: <https://doi.org/10.2741/a171>.
- Garza, A.Z., Park, S.B. and Kocz, R. (2023) 'Drug Elimination', in: *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31613442/>.
- Gillet, J.P. et al. (2020) 'The dual role of ABC transporters in drug metabolism and resistance to chemotherapy', *The Liver: Biology and Pathobiology*, pp. 1007-1014. Available at: <https://doi.org/10.1002/9781119436812.ch76>.
- Gleeson, M.P. et al. (2007) 'Generation of in-silico cytochrome P450 1A2, 2C9, 2C19, 2D6, and 3A4 inhibition QSAR models', *Journal of Computer-Aided Molecular Design*, 21(10-11), pp. 559-573. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10822-007-9139-6>.
- Glossary, S. and Absorption, G.I. (2011) 'Patricia J. Johnson, DNP, MPH, RN, NNP', 30(1).
- Karlgrén, M. and Bergström, C.S.A. (2016) 'How Physicochemical Properties of Drugs Affect Their Metabolism and Clearance', in A.G.E. Wilson (ed.) *New Horizons in Predictive Drug Metabolism and Pharmacokinetics*. Sweden: The Royal

Society of Chemistry, pp. 1-26. Available at: <https://doi.org/10.1039/9781849738286-00001>.

Lammers, L.A. et al. (2017) 'Effect of Short-Term Fasting on Systemic Cytochrome P450-Mediated Drug Metabolism in Healthy Subjects: A Randomized, Controlled, Crossover Study Using a Cocktail Approach', *Clinical Pharmacokinetics*, 56(10), pp. 1231-1244. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40262-017-0515-7>.

Lammers, L.A. et al. (2018) 'Nutritional Status Differentially Alters Cytochrome P450 3A4 (CYP3A4) and Uridine 5'-Diphospho-Glucuronosyltransferase (UGT) Mediated Drug Metabolism: Effect of Short-Term Fasting and High Fat Diet on Midazolam Metabolism', *European Journal of Drug Metabolism and Pharmacokinetics*, 43(6), pp. 751-767. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13318-018-0487-5>.

Lammers, L.A. et al. (2020) 'The effects of fasting on drug metabolism', *Expert Opinion on Drug Metabolism and Toxicology*, 16(1), pp. 79-85. Available at: <https://doi.org/10.1080/17425255.2020.1706728>.

Mørk, M.L. et al. (2022) 'The Blind Spot of Pharmacology: A Scoping Review of Drug Metabolism in Prematurely Born Children', *Frontiers in Pharmacology*, 13(February), pp. 1-13. Available at: <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.828010>.

Neal, M.J. (2016) *Medical Pharmacology at a Glance*. Eight Edit. Singapore: John Wiley & Sons, Ltd. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0079-6468\(08\)70167-X](https://doi.org/10.1016/S0079-6468(08)70167-X).

Niederberger, E. and Parnham, M.J. (2021) 'The impact of diet and exercise on drug responses', *International Journal of Molecular Sciences*, 22(14), pp. 1-22. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms22147692>.

O'Hara, K. et al. (2015) 'Pharmacokinetics in neonatal prescribing: Evidence base, paradigms and the future', *British Journal of*

- Clinical Pharmacology, 80(6), pp. 1281–1288. Available at: <https://doi.org/10.1111/bcp.12741>.
- Pacifici, G.M. (2016) 'Clinical pharmacology of phenobarbital in neonates: Effects, metabolism and pharmacokinetics', Population Research and Policy Review, 12(1), pp. 48–54. Available at: <https://doi.org/10.2174/1573397111666151026223914>.
- Parnham, M.J. and Geisslinger, G. (2019) 'Pharmacological plasticity – How do you hit a moving target?', Pharmacology Research and Perspectives, 7(6), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.1002/prp2.532>.
- Pokorná, P. et al. (2019) 'Actual body weight-based vancomycin dosing in neonates', Journal of Chemotherapy, 31(6), pp. 307–312. Available at: <https://doi.org/10.1080/1120009X.2019.1599574>.
- Sane, R. and Sinz, M. (2017) Introduction of Drug Metabolism and Overview of Disease Effect on Drug Metabolism, Drug Metabolism in Diseases. Elsevier Inc. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802949-7.00001-8>.
- Sciabola, S., Morao, I. and De Groot, M.J. (2007) 'Pharmacophoric fingerprint method (TOPP) for 3D-QSAR modeling: Application to CYP2D6 metabolic stability', Journal of Chemical Information and Modeling, 47(1), pp. 76–84. Available at: <https://doi.org/10.1021/ci060143q>.
- Subramanian, R. (2023) 'Drug absorption and metabolism: understanding the journey of medications inside the body', Drug Development & Research, 3(15), pp. 1–3.
- Susa, S.T., Hussain, A. and Preuss, C. V. (2024) 'Drug metabolism', in. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1093/bja/51.7.603>.
- Taxak, N. and Bharatam, P. V. (2014) 'Drug metabolism: A fascinating link between chemistry and biology', Resonance,

19(3), pp. 259–282. Available at:
<https://doi.org/10.1007/s12045-014-0031-0>.

Vossen, M. et al. (2007) 'Dynamically simulating the interaction of midazolam and the CYP3A4 inhibitor itraconazole using individual coupled whole-body physiologically-based pharmacokinetic (WB-PBPK) models', *Theoretical Biology and Medical Modelling*, 4, pp. 1–15. Available at:
<https://doi.org/10.1186/1742-4682-4-13>.

Waring, R.H., Harris, R.M. and Mitchell, S.C. (2017) 'Drug metabolism in the elderly: A multifactorial problem?', *Maturitas*, 100, pp. 27–32. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.03.004>.

BAB

14

TEKNIK DAN EKSPERIMEN METABOLISME OBAT

Aden Dhana Rizkita, S.Si., M.Si

A. Pendahuluan

Metabolisme obat merujuk pada serangkaian proses biokimia kompleks yang terjadi dalam tubuh manusia untuk mengubah obat menjadi bentuk yang lebih mudah dikeluarkan melalui urin atau feses. Proses ini melibatkan sejumlah enzim dan jalur metabolik yang berbeda-beda, dan dapat mempengaruhi efektivitas, keamanan, dan durasi kerja obat. Metabolisme obat dapat terjadi di berbagai organ dalam tubuh, terutama hati, yang dikenal sebagai pusat utama untuk metabolisme obat (Rizkita et al., 2020).

Sebelum membahas lebih lanjut, penting untuk memahami bahwa proses metabolisme obat ini memiliki tujuan ganda. Pertama, untuk menginaktifkan obat dan membuatnya lebih mudah diekskresikan dari tubuh. Kedua, untuk menghasilkan metabolit yang mungkin memiliki aktivitas farmakologis atau toksisitas yang berbeda dari obat aslinya.

Contoh pertama dapat ditemukan pada kelompok obat yang dikenal sebagai antiinflamasi nonsteroid (NSAID) seperti ibuprofen. Obat ini bekerja dengan menghambat enzim siklooksigenase (COX) (Gambar 14.1), yang terlibat dalam pembentukan prostaglandin dan berperan dalam peradangan. Dalam proses metabolisme, ibuprofen mengalami konjugasi dengan asam glukoronat di hati oleh enzim uridin difosfat

DAFTAR PUSTAKA

- Attia, S. M. (2010). Deleterious effects of reactive metabolites. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 3, 238-253.
- Dai, M., Wang, Q., Kou, S., Li, X., Jiang, Z., Sun, L., & Huang, X. (2022). A sensitive UPLC-MS/MS method for the simultaneous determination of the metabolites in the tryptophan pathway in rat plasma. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 219, 114979.
- Esteves, F., Rueff, J., & Kranendonk, M. (2021). The central role of cytochrome P450 in xenobiotic metabolism—a brief review on a fascinating enzyme family. *Journal of xenobiotics*, 11(3), 94-114.
- Hamid, S. J., & Salih, T. (2022). Design, synthesis, and anti-inflammatory activity of some coumarin Schiff base derivatives: In silico and in vitro study. *Drug Design, Development and Therapy*, 2275-2288.
- Julianti, N., Firmansyah, A., Amir, R., Rizkita, A. D., & Dewi, S. A. (2023). Effect Of The Extraction Methods On The Identification Of Caffeine In The Extract Of Dragon Fruit Peel. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 12(3), 278-287.
- Khetan, S. K., & Collins, T. J. (2007). Human pharmaceuticals in the aquatic environment: a challenge to green chemistry. *Chemical reviews*, 107(6), 2319-2364.
- León-Cachón, R. B. R., Ascacio-Martínez, J. Á., & Barrera-Saldaña, H. A. (2012). Individual response to drug therapy: bases and study approaches. *Revista de investigacion clinica*, 64(4), 364-376.
- Rizkita, A., Handayani, S., & Dani, I. (2020). In vivo study of 8-OHdG as a biomarker DNA damage by combining the exposure of nonyl phenol and copper using ELISA technique. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,

- Rizkita, A. D., & Dewi, S. A. (2023). Isolation and Identification of Chemical Components of Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus* DC) Leaf Diethyl Ether Extract. Proceeding International Conference on Religion, Science and Education,
- Rizkita, A. D., Dewi, S. A., Fakhri, T. M., & Lee, C. C. (2024). Effectiveness of sesquiterpene derivatives from *Cinnamomum* genus in nicotine replacement therapy through blocking acetylcholine nicotinate: a computational analysis. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 1-14.
- Rizkita, A. D., Maulana, I., & Dewi, S. A. (2023). Detection of Flavonoid Compounds of Daruju Root Extract (*Acanthus ilicifolius* Linn) using Thin Layer Chromatography and UV-Vis Spectrophotometry. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 5(1), 1-5.
- Rizkita, A. D., Pamungkas, W. O., Dewi, S. A., Angganawati, R. T., Rochjana, A. U. H., Firmansyah, A., & Saputra, R. P. (2022). Proof of The Formation of OH Radicals from Methyl Paraben and Its Effect on Cancer Formation. Proceeding International Conference on Religion, Science and Education,
- Suwendar, S., Jantan, I., Fakhri, T., Priani, S., Mulyanti, D., Patricia, V., Ramadhan, D., & Rizkita, A. (2023). Structural basis for the recognition of anthelmintic activity of bioactive metabolite in watery rose apple leaf through in silico investigation. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 1-13.

TENTANG PENULIS



Dr. apt. Ajeng Kurniati Roddu, S.Si., M.Kes lahir di Lamunre, pada tanggal 8 September 1974. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Hasanuddin. Wanita yang kerap disapa Ajeng ini adalah anak dari pasangan Alm. Roddu (ayah) dan Almh. Hamidah (ibu). Ajeng Kurniati Roddu adalah sosok yang konsen di dunia pendidikan. Tahun 2022 lalu, Ajeng mendapatkan penghargaan Satya Lencana 20 tahun pengabdian dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah IX Sultanbatara.



Aldina Ayunda Insani, S.Keb., Bd., M.Keb, lahir di Padang, tanggal 21 Januari 1988. Penulis tercatat sebagai lulusan Universitas Airlangga pada tahap Sarjana Kebidanan dan Profesi Bidan. Melanjutkan studi pada S2 Kebidanan di FK Unand. Saat ini sebagai dosen tetap pada Departemen Kebidanan FK Unand dan aktif dalam melaksanakan kegiatan tridharma perguruan tinggi.



Rita Maliza, Ph.D, Lahir di Tembilahan, Indragiri Hilir, Riau, pada tanggal 19 September 1984. Menyelesaikan studi S1 di jurusan kimia, FMIPA Universitas Andalas (Unand) pada tahun 2007. Pada tahun 2011 penulis berhasil menyelesaikan studi S2 dengan predikat Summa Cum Laude pada Program Pascasarjana, Unand. Tahun 2012 penulis mendapatkan beasiswa dari DAAD (IGN-TTRC) untuk mengikuti program Student Exchange di Department of Biochemistry, Kassel University, Germany. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan studi S3 dalam bidang Human Biology melalui beasiswa Hashiya Scholarship Foundation dan Murayama Foundation di Department of Histology and Cell Biology, Graduate School of Medicine, Jichi Medical University, Japan. Penulis mengabdikan sebagai staf pengajar di Departemen Biologi, Unand, sejak tahun 2022. Fokus riset pada bidang kajian Molecular Endocrinology. Penulis adalah salah satu pemenang Writingthon Kemenristekdikti 2018 dari Indonesia untuk Citarum Harum. Pada tahun 2022 penulis juga menulis buku referensi dengan judul *Pharmacogenomic: toward precision medicine*. Alamat: Laboratorium Struktur & Perkembangan Hewan, Jurusan Biologi FMIPA UNAND,

Padang 25163. Email:
ritamaliza@sci.unand.ac.id



Dr. Yeny Sulistyowati, SKM, M.Si.Med Lahir di Bantul, Yogyakarta dan menghabiskan masa studi SD sampai SMA di kampung halaman.

Yeny Sulistyowati, tahun 1998 melanjutkan Pendidikan di Kota Semarang sampai dengan program Magister. Lulusan Doktor Program Kedokteran dan Kesehatan (Bidang Gizi) Universitas Gadjah Mada Tahun 2015. Saat ini sebagai Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) dan aktif sebagai dosen Pascasarjana Kesehatan Masyarakat Universitas Respati Indonesia. Selain itu juga aktif dalam berbagai kegiatan penelitian, pengabdian, menulis buku, artikel serta tim pengelola beberapa jurnal ilmiah.

Email:
yeny.sulistyowati@urindo.ac.id dan
Hp. 08122504356.



Icha Artyas Annariswati, drg., M.Si lahir di Surabaya, pada 16 Agustus 1987. Penulis tercatat sebagai lulusan S1 Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga pada tahun 2011 dan lulusan S2 Magister Sains Universitas Airlangga pada tahun 2016. Penulis adalah ibu dari dua anak yaitu Almira Ghina Nadjani (9 Tahun) dan Adzkia Najma Ghassani (5 Tahun). Saat ini, penulis merupakan staf pengajar di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah dan bekerja sebagai dokter gigi di RSGM Nala Husada Surabaya.



Prof. Dr. Syamsulina Revianti, drg., M.Kes., PBO atau kerap disapa dengan nama Revi, lahir di Surabaya pada tanggal 16 April 1976. Beliau adalah putri dari Bapak H. Achmad Sjukur dan Ibu Hj. Maria Oelfah. Revi menyelesaikan Pendidikan di Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Airlangga hingga memperoleh gelar Sarjana dan Dokter Gigi, dilanjutkan Program Pendidikan Magister atau S2, di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, di Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar Minat Studi Ilmu Biokimia, dan terakhir telah menyelesaikan studinya pada Program Pendidikan Doktor, Ilmu Kedokteran, Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Bergabung menjadi dosen pengajar di Fakultas

Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah pada tahun 2000 hingga sekarang. Selama menjadi dosen pengajar, beliau menjalankan tugas Tri Dharma Perguruan Tinggi, mendapatkan Hibah Penelitian Internal dan Eksternal RISTEK DIKTI Terkait Marine Natural Product 2011-sekarang. Melakukan publikasi hasil penelitiannya di Jurnal Nasional dan Internasional. Melaksanakan kegiatan Pengabdian Masyarakat sesuai bidang keahlian dengan luaran publikasi pada jurnal Pengabdian Masyarakat. Aktif dalam mengikuti berbagai kegiatan Seminar Ilmiah Nasional dan Internasional. Berbagai Prestasi dan Penghargaan juga telah diraih, serta berhasil menerbitkan Buku Ajar dan Monograf, mendapatkan sertifikat paten atas produk yang telah dihasilkan. Tergabung dalam berbagai Organisasi Profesi (PDGI, PBBMI dan PBOI) dan mendapatkan gelar kepakaran di bidang biologi oral (PBO).



Zuraida, SKM., MKM lahir di Jakarta, pada 24 April 1983. Jenjang Pendidikan Diploma III Analisis Kesehatan ditempuh pada AAK Yayasan Pendidikan MH Thamrin Jakarta, Pendidikan S1 Kesehatan Masyarakat pada Universitas Indonesia. Pendidikan S2 Kesehatan Masyarakat di Universitas Indonesia.



Nuradi, S.Si., M.Kes. lahir di Bilokka Sidrap, pada Tanggal 1 Oktober 1967. Lulusan Universitas Airlangga (UNAIR) Tahun 2003. Laki-laki yang kerap disapa Adi ini adalah anak dari pasangan Ahmad Dahlan (ayah) dan IMattauwape (ibu). Dosen Poltekkes Kemenkes Makassar pada Jurusan Teknologi Laboratorium Medis.



Dr. dr. Lili Indrawati, M.Kes, lahir di Banyumas, pada 17 Mei 1974. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Indonesia. Lili Indrawati adalah dosen Fakultas Pascasarjana Universitas Respati Indonesia (Program Studi Administrasi Rumah Sakit) dan penanggung jawab klinik swasta di Jakarta sejak tahun 2019 hingga saat ini. Pada tahun 2016 - 2019 menjabat sebagai Kepala Departemen Farmakologi dan Terapi Universitas Kristen Indonesia. Lili Indrawati pernah mengajar dan membimbing mahasiswa kedokteran di Fakultas Kedokteran UNPAD, YARSI, dan UKI. Lili Indrawati adalah peneliti di Center for Aging Studies (CAS) UI, 2011 - 2018. Saat ini sebagai peneliti di Center for Family and Aging Studies di Universitas Respati Indonesia.



Hartanti, S.Si., M.Si lahir di Bogor, pada 01 Agustus 1987. Ia tercatat sebagai lulusan Institut Pertanian Bogor, pada Jurusan Biokimia. Penulis kerap disapa Tanti ini berprofesi sebagai Dosen Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Tanjung Karang, Lampung. Selain aktif sebagai dosen dan pengajar, penulis juga tercatat sebagai anggota Perhimpunan Biokimia dan Biologi Molekuler Indonesia.



Dian Widya Damaiyanti, drg., M.Kes lahir di Surabaya, pada 22 Maret 1984. Penulis tercatat sebagai lulusan FKG Unair dan menjadi dosen di FKG Universitas Hang Tuah. Penulis telah melalui kualifikasi program doktoral dengan judul tema Periostin 4 oleh CAF dalam perkembangan HNSCC. Topik interest yang didalami adalah mengenai bagaimana komunikasi sistem imun dan metabolisme lemak melalui inflammasome atau pyroptosis pada penyakit vascular dan kaitannya dengan rongga mulut. Sejumlah tulisan telah diterbitkan dengan topik penggunaan lemak jenuh omega 3 sebagai bahan penyembuhan luka melalui modulasi sistem imun



Juliyanty Akuba, M.Sc, apt lahir di Gorontalo, pada tanggal 28 Juli 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Jurusan Farmasi Fakultas Olahraga dan Kesehatan Universitas Negeri Gorontalo. Menyelesaikan pendidikan S1 Farmasi pada Jurusan Farmasi Universitas Muslim Indonesia dan melanjutkan S2 pada Jurusan Farmasi Pascasarjana Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.



Prof. Dr. Rima Parwati Sari, drg., M.Kes., PBO., lahir di Surabaya, pada 1 April 1973. Wanita yang kerap disapa Rima ini merupakan seorang istri dan ibu dari 2 putra. Sosok ini tercatat sebagai dosen Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hang Tuah Surabaya, anggota Departemen Biologi Oral yang mengampu minat Ilmu Farmakologi.



Aden Dhana Rizkita, S.Si., M.Si. Lahir di Selong, Lombok Timur, pada 13 April 1995. Ia tercatat sebagai lulusan Sarjana Kimia Universitas Negeri Semarang Tahun 2017 dan Magister Ilmu Kimia Universitas Indonesia Tahun 2020. Pada tahun 2020 ia mengabdikan diri di laboratorium Biologi Molekuler sebagai analis molekuler. Kemudian pada tahun 2021, ia mendedikasikan diri sebagai pendidik, peneliti dan pengabdian pada rumpun peminatan Kimia Farmasi,

Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bogor Husadaa. Pada tahun 2022 dan 2023 Beliau pernah mendapatkan pendanaan penelitian kompetitif nasional dan mengantarkan mahasiswa mendapatkan pendanaan kompetitif nasional diajang P2MW sampai ke KMI Award sebagai dosen pembimbing. Pada tahun 2023 ia melanjutkan studi Doktor di Taipei Medical University pada International Ph.D Program in School of Pharmacy, College of Pharmacy.